ChinaXiv合作期刊
图书情报工作
第62卷 第17期 2018年9月

一种基于研究主题对比的单篇学术论文创新力评价方法*

■ 杨京[1] 王芳[1] 白如江[2]
[1] 南开大学商学院信息资源管理系 天津 300071 [2] 山东理工大学图书馆 淄博 255049

摘要：［目的/意义］创新是学术论文的本质要求，如何有效评价学术论文的创新力一直以来备受国内外专家和学者关注。随着信息技术的发展，利用计算机技术从论文内容角度对单篇学术论文的创新力进行评价逐步成为可能。［方法/过程］提出一种基于研究主题对比的单篇学术论文创新力评价方法。该方法首先利用Keygraph算法提取代表论文研究主题的关键词，然后，将论文的研究主题与科学研究前沿主题进行相似度计算，最后，结合期刊影响因子和Altmetrics两项外在指标提出一种论文创新力综合评价模型。［结果/结论］通过对"碳纳米管"材料研究领域的实证研究证明，该方法能够有效、迅速和准确地从论文内容角度对单篇学术论文的创新力进行评价。

关键词：学术论文 创新力 研究主题 期刊声望 替代计量学
分类号：G250
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2018.17.010

1 引言

学术论文作为科学研究的主要成果形式之一，其创新力评价方法一直是文献计量学领域的研究热点和重点。通过对学术论文创新力的评价研究可以预见对未来科学界产生重大影响的科学事件，从而促使相关科研管理机构制定有效的科技政策以及相关科研机构和学者从事更加贴切的前沿研究，进而有效地促进科学技术的发展。

由于创新力自身的复杂性和多样性，目前并没有公认的学术论文创新力评价指标和方法。通过梳理相关研究发现，国际学术界最为认可的就是同行评议[1]。同行评议是一种主观的定性评价方法，该方法虽然在论文创新力评价中发挥着重要的作用，但也暴露出一些问题，如基于评审专家个人认知的特性会造成评价结果的非公正性、非客观性和非合理性等问题[2]。引文分析是当前评价学术论文影响力最主流的方法，学者们普遍认为论文的被引量越高，该论文影响力越大[3]。在文献计量领域，部分学者对论文创新力的定量评价同样从论文被引量上进行了探讨。2013年B. Uzzi等在*Science*上发表论文，认为论文具有高创新力特点时，该论文更有可能成为高被引论文[4]；沈律[5]、任海英等[6]的研究同样证明论文创新力与被引量之间存在一定的正相关关系。然而，众所周知引文指标存在明显的时滞性问题，即该指标不能在论文发表的第一时间对论文创新力进行评价，而是需要一定的历史数据积累。

由于上述基于引文的学术论文创新力评价具有局限性，研究人员开始将目光转向学术论文内容本身，通过对学术论文的内容分析与挖掘构建学术论文创新力测度指标。例如，沈阳[7]、D. Yogatama等[8]、杨建林等[9]分别使用论文题目、关键词对论文创新力进行评价；朱大明等从参考文献的角度来评价学术论文的创新力[10]；索传军等利用学术论文中知识元转移的数量测度单篇学术论文的老化度和创新度[11]，等等。虽然论文题目、关键词、参考文献等可以在一定程度上反映学术论文中包含的重要主题、思想、概念或方法，但这些指标与具有意义的潜在创新主题的概念和语义属性是松散的关系或并不直接结合，不能完全体现论文的创新价值。随着信息技术的发展，利用自然语言处理技术从论文内容角度对论文创新力进行评价逐步成为可能。本文认为，如果某篇学术论文的研究主题和当

* 本文系国家社会科学基金重大项目"我国网络社会治理研究"（项目编号：14ZDA063）研究成果之一。
作者简介：杨京（ORCID：0000-0001-6782-8230），博士研究生，E-mail：yangjingnk@126.com；王芳（ORCID：0000-0002-2655-9975），教授，博士生导师；白如江（ORCID：0000-0003-3822-8484），副研究馆员，博士。
收稿日期：2018-01-03 修回日期：2018-05-28 本文起止页码：75-83 本文责任编辑：刘远颖

前的科学研究前沿主题相契合，同时发表在影响因子较高的期刊上，这篇论文即具有较高的创新力。在此基础上，本文提出一种基于研究主题对比的单篇学术论文创新力评价方法。该方法综合学术论文研究主题、Altmetrics 指标、期刊影响因子对单篇学术论文进行综合评价，构建单篇学术论文创新力综合评价体系。

2 相关研究

2.1 概念界定

学术论文的影响力与创新力是比较容易混淆的两个概念。学术论文影响力主要包括两个方面：学术影响力和社会影响力[12]。学术影响力指学术论文在学术界或所属学科领域、邻近学科领域所产生的正面或负面的研究性评价，主要通过同行评议以及论文的引证与被引证来实现；而学术论文的社会影响力主要指一篇学术论文在学术界之外的社会层面产生的正面和负面评价，主要体现在社会受众的关注程度，是出版机构、社会受众的反馈性评价。

而学术论文创新力具有一定的复杂性和多样性，学界对于学术论文创新的内涵与标准从不同角度进行了各自的表述。陈建青将学术论文“创新”定义为在相关学术领域内，创立或发展了有价值的新理论、新专业、新方法、新技术等，或在综合前人研究成果和经验的基础上，加工、整理、提炼、发掘出新意，在参与论证的课题中，提出与已有结论不同的新结论[13]；周露阳对学术论文创新因素的指标体系进行了梳理，认为论文的创新因素主要在于新论点和新论据，新论点包括新理论、新方法、新对策和新学科；新论据包括新数据和新事实，新数据指通过调查或实验获取的第一手数据，新事实指揭示第一次出现的现象[14]；T. Heinze 等将高创新性研究概括为：革命性新理论、发现新现象、提出和使用新方法、发明新仪器、从新角度整合现有理论[15]；叶亮等认为创新力包含有用性和新颖性两个特性，有用性强调合适、有效、有价值，新颖性强调独特、少见[16]；杨建林等认为主题新颖性是学术论文创新最本质的特征之一，主题新颖性包括新观念、新思路、新模式等[9]。

综上，本文通过论文研究主题对论文创新力进行评价，将定义和量化主题新颖度作为论文创新力评价的首要任务，通过研究主题对论文进行评价是“新论点”层面的创新力评价。

2.2 论文主题自动识别研究

学术论文主题自动识别一直是数据挖掘和信息推荐领域的研究热点与核心内容，许多学者利用不同的技术和方法对论文主题进行自动识别研究，以辅助科研人员快速把握论文主题，提高科研效率。郭红梅等对目前国内外主要的论文主题识别方法进行了归纳总结，分为以下五大类[17]：

（1）频次统计方法。该方法主要通过词频统计及词在论文中的分布进行主题识别。目前对于该方法的研究相对成熟，其优点是简单易行，但缺点是其孤立地考虑词的特征而忽略了词在文本中的相互影响，并且无法揭示代表论文主题的低频词。

（2）外部词典方法。代表性方法包括基于 WordNet 词表、基于 MESH 词表等。外部词典方法虽然能较好地反映文本中概念在词典中的映射关系，但是脱离文本内容，并且未记录的词会导致新词缺失，无法全面揭示论文主题。

（3）潜在语义索引方法。基于潜在语义索引的 LDA 方法根据文档出现某词的概率进行主题识别，能够扩大所识别主题的语义覆盖率。缺点是容易掺杂噪声，并且需要人工指定聚类系数，这种经验值难以获取。

（4）中心度方法。该方法从网络的角度对文本进行分析，代表性的指标有中介中心度、点度中心度和接近中心度等。中心度方法综合考虑了词间的多种语法、语义关系，但是很多算法只能适用于小规模的无向图，对于大规模的复杂网络很难实现。

（5）子图挖掘方法。该方法主要依据图中边或结点的属性来识别图中核心的术语或关联子团，以揭示论文的主旨内容。子图挖掘方法是一种有待深入探索的新的论文主题识别方法，对于该方法的研究尚未成熟，有待进一步深化。

综上，频次统计方法发展相对成熟，能够有效地对论文的研究主题进行识别。M. Yang 等的实验结果表明[18]，频次统计方法中 Keygraph 算法能够有效克服无法提取代表论文主题的低频词等问题，如果 Keygraph 抽取的关键词很少，则大多关键词带有重要的思想，Keygraph 算法能够对用户寻找匹配其思想或特殊兴趣的文档起到很好的作用。因此，本文选择 Keygraph 算法对论文进行研究主题提取。

2.3 Keygraph 算法

Keygraph 算法是由东京大学的 Y. Ohsawa 教授于 1998 年提出的[19]，该算法能够抽取代表文档主要观点的关键词，而且不需要依赖额外的工具（如文档集或自然语言处理工具）。该算法是基于图形分割的思想，

将文档比喻成图形，其中文档共现的词语放入集群中，每个集群映射了文档中作者的主要观点。统计集群中词语之间的关系，排名靠前的会被选作该文档的关键词。Keygraph 算法的最终目的是标引反映作者观点的主要关键词而不是频次较高的词语。

文档 D 携带的这些词与作者表达观点相关，将文档 D 看成一个构建好的建筑物，该建筑物有地基、墙、门、窗，如图 1 所示：

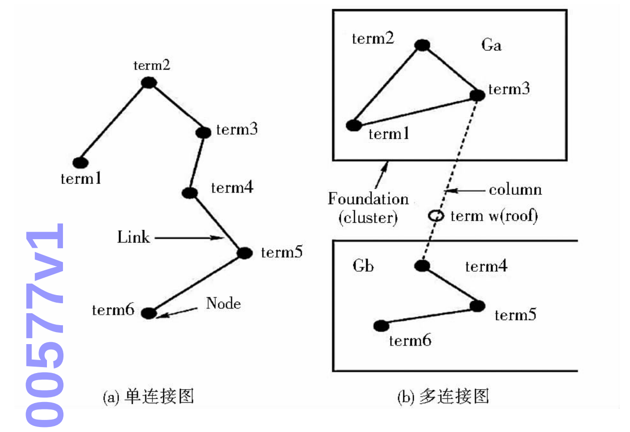


图 1　将文档比喻成构建好的建筑物

屋顶代表文档的主要观点由 column 支撑，每一个建筑物都需要屋顶（roof），术语集群构成了建筑物的其他部分[20]。假设文档 D 由句子组成，文档中的每个句子由词组成，Keygraph 算法抽取关键词步骤如下：

（1）文档准备。对文档进行预处理，具体包括去除文档中的停用词、对词进行同义词转换和词根还原。然后，对文档进行自动分词并提取出词频高于阈值的高频词，并按照词频高低进行排序构建成词列表。

（2）提取高频链接。链接代表一对词经常出现在同一个句子中。该步骤主要通过对文档中在同一句子内共现的词对进行统计，并加以排序，提取出高于指定阈值的高频共现词作为高频链接。

（3）提取重要词和重要链接。重要词指的是连接高频词群的词。该步骤主要通过计算文档中的所有词与一群高频词共现的频率，将共现频率值高于指定阈值的抽取出来作为重要词，对于每一个高频词和每一个重要词，计算其在同一句子中共现的频次然后排序，当共现频次高于指定阈值时，将该链接作为重要链接。

（4）抽取关键词。即提取代表文档主要观点的关键词。将提取出的每个重要词根据与其连接的重要链接的共现值的和进行排序，当高于指定阈值时，其所代表的词项会被提取出来作为关键词。

3　研究思路

基于研究主题对比的单篇学术论文创新力评价具体研究思路如下：①获取同学科领域论文，构造实验数据集；②进行数据预处理，具体包括：分词、去除停用词等；③使用 Keygraph 算法抽取代表论文研究主题的关键词；④获取该学科领域的科学研究前沿主题；⑤将论文的研究主题与科学研究前沿主题进行相似度计算；⑥根据相似度计算值，结合期刊声望和替代计量学两项外在指标综合判断论文的创新力。如图 2 所示：

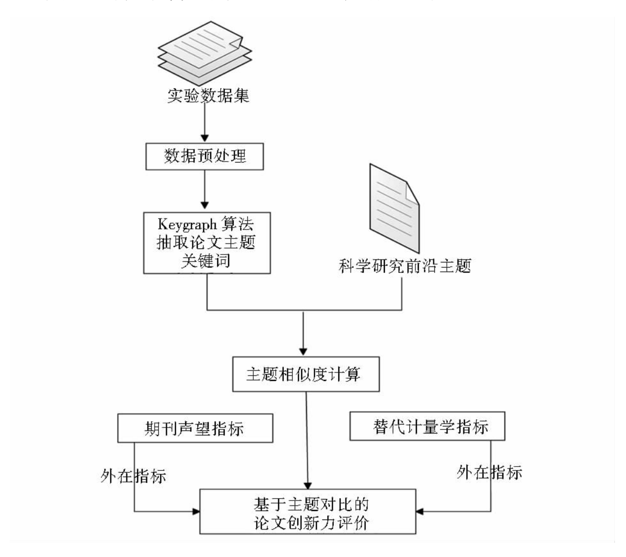


图 2　基于研究主题对比的单篇学术论文创新力评价思路

3.1　主题相似度计算

使用 Keygraph 算法抽取出代表论文研究主题的关键词后，需要获取该学科领域的科学研究前沿主题，然后将论文主题与科学研究前沿主题进行相似度计算。

常用的相似度计算方法包括词重叠度计算[21]、基于几何距离计算[22]、词差集计算[23]等。由于 Keygraph 算法抽取的是代表论文研究主题的主题词，因此，本文采用词重叠度计算方法 Jaccard 系数判断两者的相似度。Jaccard 系数是一种用于量化两个集合相似度的指标，该计算方法将句子视为词的集合，两者共同包含的主题词数越多，则两者的相似度越大。对于任意两个包含相同类型元素的集合 A、B，以 C(A) 表示论文主题词个数，C(B) 表示科学研究前沿主题词个数，两者的 Jaccard 如公式（1）所示：

$$\text{Jaccard Coefficient} = \frac{C(A \cap B)}{C(A \cup B)} \qquad \text{公式(1)}$$

通过 Jaccard 系数计算出每篇论文与科学研究前沿的相似度，记作 Sim_i。

3.2 基于研究主题对比的学术论文创新力综合评价

通过以上步骤可以筛选出符合科学研究前沿主题的论文,然而,并不是所有符合科学研究前沿主题的论文都具有较高的创新力。因为许多论文虽然研究主题与科学研究前沿主题相吻合,但也可能是追热点的文章,论文内容并不一定包含具有创新性的观念、思路等,因此,本文再结合外在指标对论文创新力进行综合评价。期刊影响因子和 Altmetrics 指标是评价论文影响力最常用的两种方法,该两项指标数值能够在论文发表第一时间内获取,不具有时滞性。Altmetrics 着眼于学术论文在社交网络、舆论媒体、网络学术工具等平台上的传播热议程度,网络传播速度快、范围广的特点避免了引文分析的低速率、长周期问题。王贤文等指出当一篇论文具有较好的新颖性、话题性时,其在社交网络上更能得到广泛的传播[24],因此 Altmetrics 指标能够辅助把握具有较高创新力的论文。期刊影响因子长久以来一直被视为评价论文的有效方式,杨建林通过实证研究证明,在同一学科领域内,重要核心期刊刊载论文的平均主题新颖度较高[9]。因此,本文结合 Altmetrics 指标和期刊影响因子两项外在指标对论文创新力进行综合评价。Altmetrics 指标借助 Altmetrics Explorer 获取相关指标数据,Altmetrics Explorer 能够对论文按照各指标要求进行评价,评价指标包括 Blog、New Outlets、Twitter、Weibo、Facebook、Wikipedia 6 项,给出论文的 Altmetric Score,将论文的 Altmetric Score 作为替代计量学指标数值,记作 Alt_i;期刊影响因子,记作 IF_i。

在综合评价策略中,由于各分项指标的重要性和地位有所差别,因此应当确定各分项指标的不同权重值和聚合方法,以保证综合评价的科学性。目前关于综合评价策略,常用的有层次分析法、线性加权求和法、模糊综合评价法、TOPSIS 法等[25]。鉴于 Sim_i、IF_i、Alt_i 3 项指标数值差异较大,本文选择 TOPSIS 法作为最终的综合评价策略。TOPSIS 法通常用于对一个拥有多个指标的对象进行综合分析评价,该方法能够比较充分地利用原始数据信息对评价指标进行归一化处理,并给予各评价指标合理的权重,对各对象进行客观评价,其克服了主观定权的缺陷。TOPSIS 法的基本原理是对评价指标构造归一化后的原始数据空间矩阵,待评价论文可被视为空间中的某一点,针对论文的 3 项指标(Sim_i、IF_i、Alt_i)从所有点中选出每项指标的最优值(评价指标论文中的最大值)和最差值(评价指标论文中的最小值),然后计算每个点与最优值和最差值的距离,分别记作 D_i^{max} 和 D_i^{min},从而得到待评价论文与最优值和最差值的相对接近程度 S_i 值,根据 S_i 值大小对论文进行综合评价。具体计算步骤如公式(2)、(3)、(4)所示:

$$D_i^{max} = \sqrt{Sim_i - Sim_{max})^2 + (IF_i - IF_{max})^2 + (Alt_i - Alt_{max})^2} \quad 公式(2)$$

$$D_i^{min} = \sqrt{(Sim_i - Sim_{min})^2 + (IF_i - IF_{min})^2 + (Alt_i - Alt_{min})^2} \quad 公式(3)$$

$$S_i = D_i^{min} / (D_i^{min} + D_i^{max}) \quad 公式(4)$$

其中,Sim_{max} 表示论文相似度评价指标中的最优值;IF_{max} 表示论文期刊影响因子评价指标中的最优值;Alt_{max} 表示论文替代计量学评价指标中的最优值;Sim_{min} 表示论文相似度评价指标中的最差值;IF_{min} 表示论文期刊影响因子评价指标中的最差值;Alt_{min} 表示论文替代计量学评价指标中的最差值;D_i^{max} 表示被评价论文每个评级指标 0 – 1 转换值到该指标最优值的距离;D_i^{min} 表示被评价论文每个评级指标 0 – 1 转换值到该指标最差值的距离;S_i 表示论文最终综合评价值。

最后按照 S_i 的大小对每篇论文进行综合排序,将 S 值优异的论文视为具有较高的创新力的论文(S 值越小越优异)。

4 实证研究

本文选取“碳纳米管”材料研究领域验证提出的基于研究主题对比的单篇学术论文创新力评价方法。具体过程如下:

4.1 构造检索式,获取实验数据集

本文结合领域专家意见构造的“碳纳米管”材料研究领域检索式如下:(TI = (" carbon nanotube * ") or TI = (" carbon-nanotube * ") or TI = (" CNT * ") or TI = (" DWNT * ") or TI = (" MWNT * ") or TI = (" SWNT * ") or TI = (" MWCNT * ") or TI = (" SWCNT * ") or TI = (" DWCNT * ")) and (TI = (yarn *) or TI = (fibre *) or TI = (fiber *) or TI = (sheet *) or TI = (forest *) or TI = (spun *) or TI = (spin *)),选择的数据库为 SSCI、SCI-EXPANDED、CPCI-S,时间跨度为 2010 – 2013 年,共检索出 1 232 篇文献(检索时间:2017 年 4 月 15 日)。

对于检索的时间跨度,由于 Altmetrics 兴起于 2010 年,2010 年后的论文能够获取其 Altmetric Score,因此本文选择 2010 年作为起始检索时间;后续研究将论文 S 值与被引量进行相关性分析验证本文提出论文创新

力评价方法的有效性,通过观察,发现2013年后"碳纳米管"材料领域的论文被引量较低,被引数值积累不足,因此将2013年作为终止检索时间,对2010－2013年共4年的论文进行实证分析。

"碳纳米管"材料研究领域文献数量分布如图3所示:

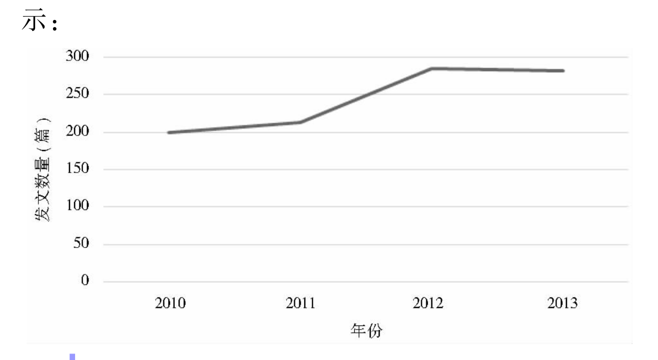


图3　2010－2013年每年发文数量

由图3可以看出,2010－2013年每年发文数量差别不大。2010－2011年发文量出现小幅上升,2011－2012年发文量上升趋势比较明显,而2012－2013年发文量出现小幅下降。

对检索结果进行初步分析,本文选取发文量前10名的机构发表的共408篇论文(见表1)全文进行后续实验。

4.2　数据预处理

数据预处理阶段的主要工作包括将获取的408篇论文进行格式转换、分词、去除停用词、大小写转换等。①格式转换:将408篇PDF论文转换为纯文本格式;

表1　机构发文量

机构	发文量(篇)
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	93
UNIVERSITY OF TEXAS DALLAS	46
UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	42
NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY NATIONAL INSTITUTE OF EDUCATION NIE SINGAPORE	37
NANYANG TECHNOLOGICAL UNIVERSITY	37
COMMONWEALTH SCIENTIFIC INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION CSIRO	33
TSINGHUA UNIVERSITY	32
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY	32
UNIVERSITI MALAYA	28
UNITED STATES DEPARTMENT OF DEFENSE	28

②分词:将每篇论文切分成词语级别;③停用词处理:停用词主要包括数字、数学字符、英文符号、标点符号等,比如"a、the、or、in"等。停用词在论文中出现次数较高但没有任何实际含义,这些词占用空间大却对论文研究主题的表达没有意义。因此,将这些停用词进行剔除,能够降低计算量并使提取的代表论文研究主题的关键词更加精炼准确。

以上全部工作通过德国KNIME公司的KNIME软件完成。

4.3　Keygraph算法抽取代表论文研究主题的关键词

此阶段的主要工作是通过Keygraph对每篇论文进行关键词抽取,关键词抽取的准确性直接影响着实验结果的好坏。本文通过KNIME工具的Keygraph keyword extractor模块实现,具体实验模块配置如图4所示:

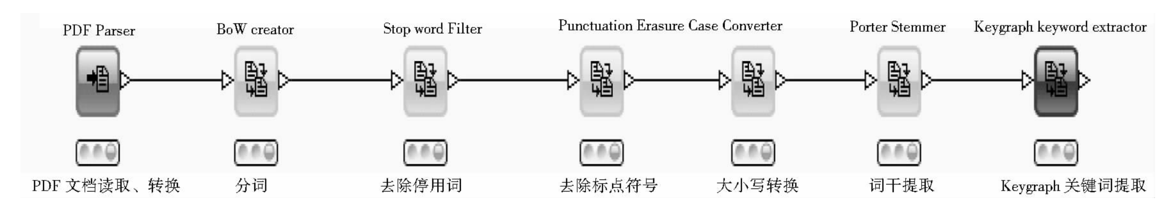


图4　Keygraph算法关键词抽取

为了能够最大限度地揭示论文的研究主题,本文将每篇论文抽取的关键词个数设置为10个,对408篇论文进行关键词抽取,共得到代表论文研究主题的关键词4 080个。部分抽取结果如图5所示:

Row ID	Document	Keyword	Score
210	"continu multilay carbon nanotub yarn"	yarn[]	168
211	"continu multilay carbon nanotub yarn"	cnt[]	167
212	"continu multilay carbon nanotub yarn"	aceton[]	57
213	"continu multilay carbon nanotub yarn"	fiber[]	49
214	"continu multilay carbon nanotub yarn"	layer[]	49
215	"continu multilay carbon nanotub yarn"	densif[]	46
216	"continu multilay carbon nanotub yarn"	fig[]	45
217	"continu multilay carbon nanotub yarn"	spin[]	39
218	"continu multilay carbon nanotub yarn"	structur[]	35
219	"continu multilay carbon nanotub yarn"	spun[]	29
100	"carbon-nanotube cotton large-scale fiber"	cnt[]	179
101	"carbon-nanotube cotton large-scale fiber"	cotton[]	88
102	"carbon-nanotube cotton large-scale fiber"	-[]	46
103	"carbon-nanotube cotton large-scale fiber"	catalyst[]	43
104	"carbon-nanotube cotton large-scale fiber"	fiber[]	41
105	"carbon-nanotube cotton large-scale fiber"	individu[]	30
106	"carbon-nanotube cotton large-scale fiber"	spin[]	30
107	"carbon-nanotube cotton large-scale fiber"	figur[]	29
108	"carbon-nanotube cotton large-scale fiber"	nanotub[]	26
109	"carbon-nanotube cotton large-scale fiber"	sem[]	26

图5　关键词抽取结果

由图 5 可以看出，通过对题名为 *Continuous multilayered carbon nanotube yarns* 的论文进行关键词抽取，共得到代表论文研究主题的关键词 10 个，图中 Score 表示根据 Keygraph 算法抽出的关键词对论文研究主题表达过程中的贡献作用的大小计算得分。

4.4 基于 Jaccard 系数的主题相似度计算

对于"碳纳米管"材料研究领域 2010 – 2013 年的科学研究前沿主题，本文通过陈超美博士开发的 Citespace 进行揭示，利用 Citespace 对从 Web of Science 下载的数据进行分析，部分前沿主题演化趋势结果见图 6。

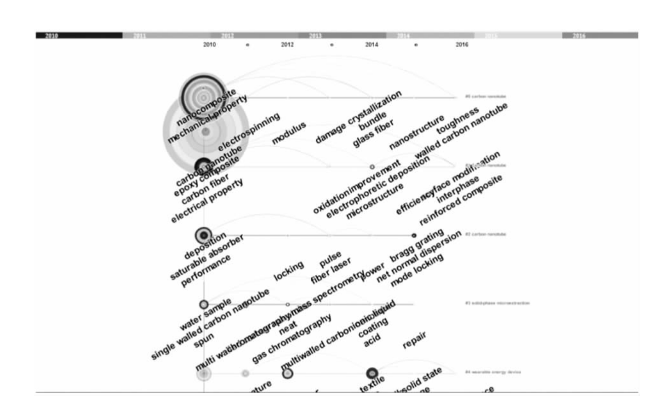


图 6 Citespace 主题聚类结果

通过对聚类结果进行分析，共筛选出 20 个研究前沿主题词，"碳纳米管"材料研究领域 2010 – 2013 年每年的研究前沿主题词如表 2 所示：

表 2 "碳纳米管"材料研究领域 2010 – 2013 年研究前沿主题词

年份	研究前沿主题词
2010 年	transistor, nanomaterial, field emission, rope, single, generation, spun, polymer composite, chemical vapor deposition
2011 年	transistor, generation, spun, polymer composite, chemical vapor deposition, water, electrospinning, multiwalled carbon nanotube
2012 年	nanomaterial, field emission, rope, single, water, electrospinning, multiwalled carbon nanotube, sheet, spectroscopy, neat, alignment, gas chromatography, epoxy
2013 年	nanomaterial, single, water, multiwalled carbon nanotube, sheet, spectroscopy, neat, alignment, gas chromatography, epoxy, spun yarn

提取上述科学研究前沿主题词词干后，使用 R 语言进行 Jaccard 相似度计算，分别得到每篇论文的 Sim 值。通过对计算结果进行分析，本文将阈值设定为 0.3，共得到符合条件的论文 96 篇。2010 – 2013 年期间每年 Sim 数值排名前三位的论文如表 3 所示：

表 3 Jaccard 系数计算值

序号	标题	年份	Sim 值
1	*Carbon nanotube grafted carbon fibres: a study of wetting and fibre fragmentation*	2010	0.82
2	*Poisson's ratio and porosity of carbon nanotube dry-spun yarns*	2010	0.75
3	*Continuous multilayered carbon nanotube yarns*	2010	0.71
4	*Electrical conductivity of pure carbon nanotube yarns*	2011	0.78
5	*Superaligned carbon nanotube arrays, films, and yarns: aroad to applications*	2011	0.77
6	*Effect of carbon nanotube length and density on the properties of carbon nanotube-coated carbon fiber/polyester composites*	2011	0.72
7	*Electrophoretic deposition of carbon nanotubes onto carbon-fiber fabric for production of carbon/epoxy composites with improved mechanical properties*	2012	0.73
8	*Enhancement of carbon nanotube fibres using different solvents and polymers*	2012	0.68
9	*Chemically and uniformly grafting carbon nanotubes onto carbon fibers by poly(amidoamine) for enhancing interfacial strength in carbon fiber composites*	2012	0.67
10	*Twisting carbon nanotube fibers for both wire-shaped micro-supercapacitor and micro-battery*	2013	0.79
11	*Interfacial improvement of carbon fiber/epoxy composites using a simple process for depositing commercially functionalized carbon nanotubes on the fibers*	2013	0.73
12	*High-performance two-ply yarn supercapacitors based on carbon nanotubes and polyaniline nanowire arrays*	2013	0.71

由表 3 可知，对于 2010 年的论文，题名为 *Carbon nanotube grafted carbon fibres: a study of wetting and fibre fragmentation* 的论文具有最高的 Sim 值，达到 0.82，2011 年、2012 年、2013 年 Sim 最大值分别为 0.78、0.73、0.79。

4.5 基于 TOPSIS 法的学术论文创新力综合评价

通过中国科学院 JCR 分区数据获取论文发表期刊的影响因子指标数值（IF_i），然后通过 Altmetrics Explorer 获取论文的替代计量学指标数值（Alt_i），最后通过 TOPSIS 法计算每篇论文的 S 值。本文首先使用 Histcite 软件从 1 232 篇论文中筛选出高被引论文，如图 7 所示（图中，圆形内编号代表该年份被引量较高的论文，圆形越大表示被引量越高，连线表示论文间存在引用关系）：

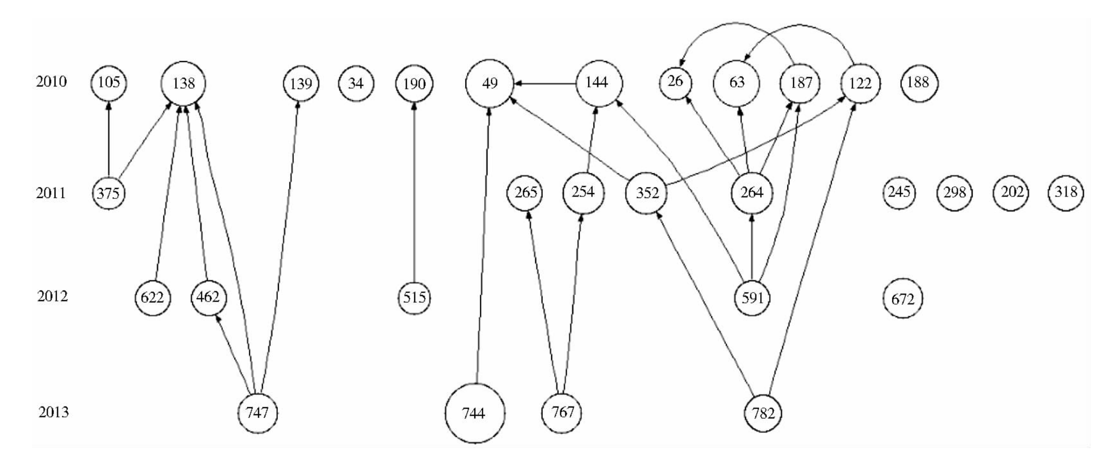


图 7　Histcite 引文分析

由图 7 可以看出“碳纳米管”材料领域 2010 - 2013 年论文之间的引用情况如下：

（1）对于 2010 年的论文，编号为 49 的论文得到了最高的被引量 125 次，该论文题名为 *Continuous multilayered carbon nanotube yarns*，发表于 *Advanced materials* 期刊；编号为 144、138、63 的论文同样得到了较高的被引量，分别为 116、91、88 次。

（2）对于 2011 年的论文，编号为 254 的论文得到了最高的被引量 180 次，该论文题名为 *Superaligned carbon nanotube arrays, films, and yarns: a road to applications*，同样发表于 *Advanced materials* 期刊；编号为 298、352、264 的论文同样得到较高的被引量，分别为 89、70、60 次。

（3）对于 2012 年的论文，编号为 672 的论文得到了最高的被引量 143 次，该论文题名为 *Electrically, chemically, and photonically powered torsional and tensile actuation of hybrid carbon nanotube yarn muscles*，发表于 *Science* 期刊；编号为 515、622 的论文同样得到较高的被引量，分别为 93、63 次。

（4）对于 2013 年的论文，编号为 744 的论文得到了最高的被引量 284 次，该论文题名为 *Strong, light, multifunctional fibers of carbon nanotubes with ultrahigh conductivity*，发表于 *Science* 期刊；编号为 767、782、747 的论文同样得到较高的被引量，分别为 251、216、63 次。

然后，本文筛选出每年 S 值排名前 3 位的论文，将论文 S 值与被引量进行对比分析，结果如表 4 所示：

表 4　论文指标数值信息

序号	标题	年份	Sim 值	IF 值	Alt 值	S 值	被引量	图中编号
1	*Continuous multilayered carbon nanotube yarns*	2010	0. 71	18. 96	21	0. 62	125	49
2	*Carbon nanotube grafted carbon fibres: a study of wetting and fibre fragmentation*	2010	0. 82	3. 719	26	0. 67	91	138
3	*Scratch-resistant, highly conductive, and high-strength carbon nanotube-based composite yarns*	2010	0. 31	13. 334	14	0. 71	116	144
4	*Superaligned carbon nanotube arrays, films, and yarns: a road to applications*	2011	0. 77	18. 96	36	0. 59	180	254
5	*Electrical conductivity of pure carbon nanotube yarns*	2011	0. 78	6. 198	17	0. 68	70	352
6	*Effect of carbon nanotube length and density on the properties of carbon nanotube-coated carbon fiber/polyester composites*	2011	0. 72	6. 198	5	0. 81	54	318
7	*Electrically, chemically, and photonically powered torsional and tensile actuation of hybrid carbon nanotube yarn muscles*	2012	0. 37	34. 661	124	0. 45	143	672
8	*Electrophoretic deposition of carbon nanotubes onto carbon-fiber fabric for production of carbon/epoxy composites with improved mechanical properties*	2012	0. 73	6. 201	31	0. 72	63	622
9	*Enhancement of carbon nanotube fibres using different solvents and polymers*	2012	0. 68	3. 897	29	0. 76	32	591
10	*Strong, light, multifunctional fibers of carbon nanotubes with ultrahigh conductivity*	2013	0. 35	34. 661	91	0. 57	284	744
11	*High-performance two-ply yarn supercapacitors based on carbon nanotubes and polyaniline nanowire arrays*	2013	0. 71	18. 96	25	0. 76	216	782
12	*Twisting carbon nanotube fibers for both wire-shaped micro-supercapacitor and micro-battery*	2013	0. 79	18. 96	7	0. 81	251	767

本文运用 Pearson 相关系数对论文 S 值与被引量进行相关性分析。Pearson 相关系数常用于度量两个随机变量 X 与 Y 之间的线性相关程度,计算公式如下:

$$r=\frac{N\Sigma x^i y^i-\Sigma x^i\ \Sigma y^i}{\sqrt{N\Sigma x_i^2-(\Sigma x_i)^2}\ \sqrt{N\Sigma y_i^2-(\Sigma y_i)^2}}$$

公式(5)

将表 4 中数据代入公式(5),计算得出 2010 年、2011 年、2012 年、2013 年论文 S 值与被引量相关系数分别为 -0.32、-0.87、-0.98、-0.74。上述相关系数值说明论文 S 值与被引量之间存在较强的负相关关系,表明 S 值越优异(数值越小),论文的被引量越高,创新力越大。下面数据是对各年份论文 S 值与被引量数值之间的分析:

(1)对于 2010 年的论文,序号为 1 的论文 S 值最优,同时得到了最高的被引频次 125 次。序号为 2 和 3 的论文 S 值较优,在 Histcite 引文分析图中属于高被引论文,被引频次分别为 91 次、116 次。

(2)对于 2011 年的论文,序号为 4 的论文 S 值最优,同时得到了最高的被引频次 180 次。序号为 5、6 的论文 S 值较优,在 Histcite 引文分析图中同样属于高被引论文,被引频次分别为 70 次、54 次。

(3)对于 2012 年序号为 7 和 2013 年序号为 10 的论文,其在同一年份的论文中均具有最优的 S 值,同时得到了最高的被引量。序号为 8、9、11、12 的论文同样具有较优的 S 值,且在 Histcite 引文分析图中均属于高被引论文。

综上分析,符合科学研究前沿主题同时具有较高期刊声望和替代计量学指标的论文具有较优的 S 值,同时得到了较高的被引量。上述实验结果证明,本文提出的基于研究主题对比的单篇学术论文创新力评价方法能够较为准确地从论文内容角度对单篇学术论文的创新力进行评价。

5 总结

识别具有潜在创新主题概念和语义属性的学术论文对于科学研究具有重要意义。本文提出一种基于研究主题对比的单篇学术论文创新力评价方法。该方法首先通过 Keygraph 算法提取代表论文研究主题的关键词,然后将论文主题与科学研究前沿主题进行相似度计算,最后结合期刊影响因子和 Altmetrics 两项外在指标通过 TOPSIS 法对论文创新力进行综合评价。通过对“碳纳米管”材料领域的论文进行实证研究,研究结果发现论文 S 值与其被引量之间存在较强的相关性,S 值越优异的论文其被引量相对越高,实验结果表明,该方法能够有效识别具有较高创新力的论文。

本文的主要贡献在于尝试利用自然语言处理技术,从论文研究主题角度对论文创新力进行评价。与传统方法相比较,该方法具有以下两点优势:

(1)该方法克服了传统引文分析方法评价论文创新力的时滞性问题,论文主题相似度计算值、期刊影响因子、Altmetrics 指标均能够在论文发表第一时间获取。因此,与传统引文分析方法相比较,该方法不需要历史数据积累,能够在论文发表后对论文进行快速评价,帮助科研人员及时把握具有较高创新力的论文。

(2)引文分析指标、期刊影响因子、Altmetrics 指标等评价指标均属于外在指标,其与论文创新主题的概念是松散的或并不直接结合,不能完全体现论文的创新价值。随着信息技术的发展,特别是自然语言处理、全文检索、文本挖掘等技术的发展,从论文内在角度对论文创新力进行评价逐步成为可能。本文利用自然语言处理技术从论文研究主题角度,辅以期刊影响因子和 Altmetrics 指标两项外在指标进行综合评价,更加契合了论文创新主题的概念。

然而,本研究仍具有一定的局限性:①本文提出的论文创新力评价方法将期刊影响因子和 Altmetrics 指标数值作为评价指标,但该两项指标数值具有一定的不稳定性,其可靠性也受到许多专家和学者的质疑,这在一定程度上会影响本研究方法的评价结果;②本文利用科学研究前沿主题对学术论文创新力的评价是“新论点”层面的创新力评价,某些综述性论文的主题可能符合科学研究前沿主题,并可能发表在高水平期刊上,但其创新力并不高,本文提出的方法不能对综述型论文进行自动排除。

针对本文提出方法的局限性,下一步研究将一方面改进论文主题词抽取算法,并添加如参考文献、作者声望等更多的外在指标对论文创新力进行更全面、客观的评价;另一方面通过对更多领域的论文进行实证研究,提高该方法的鲁棒性和泛化能力。

参考文献:

[1] 逯万辉,谭宗颖. 学术成果主题新颖性测度方法研究——基于 Doc2Vec 和 HMM 算法[J]. 数据分析与知识发现,2018(3):22-29.

[2] 杨锋,梁樑,苟清龙,等. 同行评议制度缺陷的根源及完善机制[J]. 科学学研究,2008(3):569-572.

[3] 白如江,杨京,王效岳. 单篇学术论文评价研究现状与发展趋势[J]. 情报理论与实践,2015,38(11):11-17.

[4] UZZI B, MUKHERJEE S, STRINGER M, et al. Atypical combinations and scientific impact[J]. Science,2013, 342(6157):468-472.

[5] 沈律. 科技创新的一般均衡理论——关于科技成果创新度评价

的科学计量学分析[J]. 科学学研究, 2003(2) :205－209.
[6] 任海英,王德营,王菲菲. 主题词组合新颖性与论文学术影响力的关系研究[J]. 图书情报工作,2017,61(9): 87－93.
[7] 沈阳. 一种基于关键词的创新度评价方法[J]. 情报理论与实践,2007(1):125－127.
[8] YOGATAMA D, HEILMAN M, O'Connor B, et al. Predicting a scientific community's response to an article[C]//Proceedings of the Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. Edinburgh: Association for Computational Linguistics, 2011: 594－604.
[9] 杨建林,钱玲飞. 基于关键词对逆文档频率的主题新颖度度量方法[J]. 情报理论与实践,2013,36(3):99－102.
[10] 朱大明. 参考文献的主要作用与学术论文的创新性评审[J]. 编辑学报,2004(2):91－92.
[11] 索传军. 知识转移视角下的学术论文老化与创新研究[J]. 图书情报工作, 2014,58(5): 5－12.
[12] 袁曦临,常娥. 网络发表学术论文的影响力评价研究[J]. 图书情报工作,2011,55(10):51－54.
[13] 陈建青. 对我国学术论文创新性评审的几点思考[J]. 青年记者, 2013(18): 33－35.
[14] 周露阳. 论审评学术论文创新因素的指标体系[J]. 编辑学报, 2006(1): 68－70.
[15] HEINZE T, SHAPIRA P, ROGERS J, et al. Creativity capabilities and the promotion of highly innovative research in Europe and the United States[J/OL]. [2018－05－10]. http://www.crea-ei2.org/2010/07/creativity-capabilities-and-the-promotion-of-highly-innovative-research-in-europe-and-the-united-states/.
[16] 叶亮,路琳. 基于有用性与新颖性维度区分的创造力概念及其影响因素研究[J]. 科技管理研究,2015,35(18):252－258.
[17] 郭红梅, 张智雄. 基于图挖掘的文本主题识别方法研究综述[J]. 中国图书馆学报, 2015(6): 97－108.
[18] YANG M, ZHANG L, YANG J, et al. Robust sparse coding for face recognition[C]// Proceedings of IEEE conference on computer vision and pattern recognition (CVPR). Shanghai: IEEE, 2011: 625－632.
[19] OHSAWA Y, BENSON N E, YACHIDA M. KeyGraph: automatic indexing by co-occurrence graph based on building construction metaphor[C]// Proceedings of IEEE international forum on Research and technology advances in digital libraries. Washington: IEEE, 1998: 12－18.
[20] 白如江, 杨振瑜, 王效岳. 基于 KeyGraph 关键词抽取的长句查询扩展技术研究[J]. 情报理论与实践, 2014(6): 123－127.
[21] ZHANG M, SONG R, LIN C, et al. Expansion-based technologies in finding relevant and new information: THUTREC 2002 Novelty Track Experiments [C]// Proceedings of the 11th text retrieval conference. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2002: 586－590.
[22] ALLAN J, WADE C, BOLIVAR A. Retrieval and novelty detection at the sentence level[C]//Proceedings of the 26th annual international ACM SIGIR conference on research and development in informaion retrieval. New York:ACM, 2003: 314－321.
[23] ZHANG Y, CALLAN J, MINKA T. Novelty and redundancy detection in adaptive filtering[C]//Proceedings of the 25th annual international ACM SIGIR conference on research and development in information retrieval. New York:ACM, 2002: 81－88.
[24] 王贤文,刘趁,毛文莉. 数字出版时代的科学论文综合评价研究[J]. 中国科技期刊研究,2014,25(11):1391－1396.
[25] 贾品, 李晓斌, 王金秀. 几种典型综合评价方法的比较[J]. 中国医院统计, 2008(4): 351－353.

作者贡献说明:

杨京:负责资料收集与论文撰写;
王芳:审阅论文结构和内容;
白如江:提出论文研究思路。

A Method to Evaluate Academic Papers' Innovation Based on the Research Theme Comparing

Yang Jing[1] Wang Fang[1] Bai Rujiang[2]
[1] Department of Information Resources Management, Business School, Nankai University, Tianjin 300071
[2] Library, Shandong University of Technology, Zibo 255049

Abstract: [**Purpose/significance**] Innovation is the essence requirement of academic papers, and how to effectively evaluate the innovation of academic papers has been concerned about by domestic and foreign experts and scholars. The development of information technology makes it possible to automatically evaluate papers' innovation based on the content using computers. [**Method/process**] This paper presents a method to evaluate papers' innovation based on the research theme comparing. Firstly, keygraph algorithms is used to extract keywords which represent papers' theme. Then, the similarity of the research theme and the scientific research front theme is calculated. Lastly, a comprehensive model is presented to determine the level of papers' innovation bytwo external indicators includingthe journal impact factor and altmetrics. [**Result/conclusion**] An empirical study of carbon nanotube field demonstrated thatthis method can evaluate papers' innovation from the perspective of papers' contents effectively, quickly and accurately.

Keywords: academic paper innovation research theme journal reputation altmetrics